



Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

— C. I. R. A. D. —

Institut de Recherches sur les Fruits et Agrumes



1 ex

TRANSFORMATION DE LA MANGUE

SYNTHESE DES RESULTATS DE LA CAMPAGNE 1989.

Y. LOZANO

Laboratoire de Biochimie-Technologie des Fruits Tropicaux
Domaine St Paul, BP. 91 - 84143 MONTFAVET CEDEX.
Tél.: 90 31 60 00 - Télécopie : 432870 - Télécopie : 90 31 62 98.



Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

— C. I. R. A. D. —

Institut de Recherches sur les Fruits et Agrumes



TRANSFORMATION DE LA MANGUE

SYNTHESE DES RESULTATS DE LA CAMPAGNE 1989.

Y. LOZANO

**Laboratoire de Biochimie-Technologie des Fruits Tropicaux
Domaine St Paul, BP. 91 - 84143 MONTFAVET CEDEX.
Tél.: 90 31 60 00 - Télex : 432870 - Télécopie : 90 31 62 98.**

TRANSFORMATION DE LA MANGUE

SYNTHESE DES RESULTATS DE LA CAMPAGNE 1989

La campagne 1989 a permis de mettre en place le programme d'essai de transformation de la mangue que nous nous étions proposés de réaliser (n/doc. en annexe ref. TEC. 00/.73 YL.MM d'Avril 1989). Il avait pour but de tester une technologie de petite dimension utilisant un matériel dérivé des techniques industrielles de fabrication des purées de fruits et de légumes.

Nous avons axé nos efforts dans 5 directions:

1 - Nous avons tenté de caractériser les fruits à réception sur la base de quelques caractéristiques physico-chimiques élémentaires. Nous avons observé comment ces fruits évoluaient après cueillette. Nous avons noté quel stade de maturation suffisamment avancé ils devaient atteindre pour pouvoir être transformés dans les meilleures conditions.

2 - A partir de la configuration technologique existante qui permet de travailler sur de petites quantités de fruits (50 à 500kg/jour), nous nous sommes penchés sur les modifications à apporter à la machine que nous disposions au laboratoire. Cette machine avait été utilisée par G. Duverneuil en 1988 (doc TEC 360/213 GD.MM). Ces modifications ont été motivées par la nature des cultivars testés et surtout par l'état et la qualité des fruits.

3 - Nous avons essayé d'optimiser les conditions techniques et expérimentales, d'une part au niveau du traitement des fruits (maturation) et, d'autre part, au niveau de la marche de la machine afin d'obtenir de bons taux d'extraction de la pulpe et une purée bien affinée.

4 - Nous nous sommes intéressés à la définition d'un ensemble de critères d'ordre physico-chimiques auxquels devront répondre les fruits pour pouvoir être traités dans les meilleures conditions. Nous visions dans un premier temps à obtenir le meilleur rendement en jus mère de consistance onctueuse et de belle couleur. La qualité aromatique étant considérée comme un des critères essentiels du produit, des analyses d'espaces de tête et quelques tests de dégustation ont été réalisés pour quantifier le produit fini.

5 - Enfin, des produits tels que nectars et boissons à la mangue ont été réalisés après ajustage de l'acidité et du brix. Une pasteurisation artisanale en bocal de 1 litre a été conduite afin de voir le comportement des produits et la tenue de ces produits dans le temps.

En 1989, nous avons reçu pour réaliser nos premiers essais, 3 lots de 50kg de fruits en provenance de la station de KORHOGO en COTE D'IVOIRE. Il s'agissait des cultivars d'Amélie et de Kent.

Les essais ont été réalisés après maturation des fruits:

- l'un le 24/04/89 sur un lot "d'Amélie-1" récolté le 14/04/89.
- l'autre le 25/05/89 sur un lot "d'Amélie-2" et un lot de Kent récolté le 13/05/89.

1 - Aspect des lots de fruits à réception:

Les fruits reçus présentaient à réception une certaine hétérogénéité de coloration de peau. Ces fruits étaient un échantillonnage des fruits qui sont normalement cueillis à ce stade de maturité pour être dirigés vers les marchés en frais de Rungis (informations fournies par les agronomes de la station de Korhogo en charge de la collecte et de l'expédition des fruits).

1-1 - Coloration de la peau:

La photo 1 nous donne un aperçu de la coloration de peau des mangues reçues (Kent et Amélie-2) et de leur répartition en lots de coloration.

On constate qu'une majorité des fruits reçus présentaient une peau de couleur vert foncé. Ils étaient aussi très fermes au toucher. Nous les avons groupés selon trois classes de coloration de peau. Le tableau 1 nous indique la répartition de ces 3 lots de fruits à l'arrivée au laboratoire en ces 3 classes de coloration. Ce classement en 3 classes a été décidé car c'est le plus simple et ne peut engendrer de risque d'erreur majeur de la part du ou des manipulateurs.

Tableau 1: Répartition en nombre des fruits reçus en fonction de leur coloration de peau.

catégorie ⁽¹⁾	vert	tournant vert	tournant mûr
Amélie 1	41%	32%	27%
Amélie 2	25%	51%	34%
Kent	37%	42%	21%

- (1): vert: peau totalement verte, non colorée.
 tournant vert: coloration orangée de la peau sur moins de la moitié de la surface du fruit.
 tournant mûr: coloration orangée de la peau sur plus de la moitié de la surface du fruit.

Tous les lots reçus contenaient en moyenne plus de 70% de fruits verts ou tournant verts, quel que soit le cultivar ou la période dans la saison de récolte. Ces fruits ne pouvaient pas être transformés en l'état. Une période de maturation devait être nécessaire. La coloration de peau des fruits était le seul moyen non destructif d'appréciation de l'état de maturation des fruits dont nous disposions.

Il faut noter dès à présent que les classes de fruits définies sur la base de la coloration externe de la peau ne correspondent pas forcément à un même état de maturité ou à une même durée de développement du fruit sur l'arbre. De même, après maturation des fruits qui deviennent colorés, la couleur de peau ne peut pas être considérée comme un critère de choix de ces fruits déclarés bons à être transformés. En effet, nous avons repéré des fruits déjà très colorés mais encore trop fermes pour pouvoir être convenablement transformés, alors que d'autres, de coloration très avancée mais présentant encore quelques tâches vertes, étaient suffisamment ramollis pour pouvoir être transformés sans peine en purée avec un bon rendement.

1-2 - Caractéristiques pomologiques des fruits:

De même, les caractéristiques pomologiques ont été relevées sur chacun des fruits des lots reçus. Des valeurs moyennes par cultivar, toutes catégories de coloration de peau confondues, ont été calculées et sont regroupées dans le tableau 2.



Photo 1 : Aspects des fruits à réception (hétérogénéité de coloration).

*en haut : lot de kent classé par catégorie de coloration de peau.

*en bas : lot d'Amélie dans leur carton de transport.

Tableau 2: Caractéristiques moyennes des lots de fruits reçus en 1989.

lots ou cultivars	Dates de cueillette	hauteur mm	largeur mm	épaisseur mm	poids g	densité -
Amélie 1	14/04/89	93	88	76	340	1.00
Amélie 2	13/05/89	115	101	85	567	1.02
Kent	13/05/89	103	91	85	438	1.00

Ces valeurs nous indiquent que les fruits reçus sont plus gros en fin de campagne qu'en début, notamment pour Amélie dont nous avons 2 lots représentatifs de début et de fin de campagne.

La connaissance des dimensions maximales atteintes par les fruits en fonction du cultivar et de la période de récolte dans la campagne, nous sera d'une précieuse utilité dans la définition des dimensions et de la forme de la goulotte d'alimentation de la pulpeuse de l'exemplaire de base que nous devons adapter pour pouvoir traiter en laboratoire pilote tous ces cultivars.

1-3 - Caractéristiques physiques des fruits:

1-3-1 - Dureté de pulpe, pénétrométrie:

La dureté de chaque fruit a été mesurée à l'Instrom (INRA). La technique utilisée intègre la résistance totale du fruit à la compression, ce qui permet de quantifier la valeur qui doit être atteinte pour considérer les fruits suffisamment évolués pour être transformés. Les valeurs de pénétrométrie obtenues sont exprimées en une unité qui reste intimement liée aux conditions de conduite de la mesure et de réglages spécifiques de l'INSTROM que nous avons dû optimiser pour cette mesure sur la mangue à partir d'essais similaires conduits jadis sur avocats. Par souci de brièveté, nous n'exposerons pas ici le détail de ces réglages qui seront conservés pour les futures campagnes "mangue" dans un but comparatif d'une année sur l'autre.

On note une certaine homogénéité des valeurs individuelles relevées en pénétrométrie à l'intérieur de chaque catégorie de coloration. Les valeurs moyennes calculées indiquent très clairement qu'il y a un écart important entre la catégorie "tournant mûr" et les 2 autres. Cet écart est moins prononcé pour la variété Kent que pour la variété Amélie, comme ceci apparaît clairement dans les données du tableau 3.

Tableau 3: Résistances moyennes à la compression des fruits à réception des lots (tous les fruits de chaque lot ont été mesurés individuellement: 100 fruits en moyenne par lot).

catégorie(1)	vert	tournant vert	tournant mûr
Amélie 1	18.1	18.5	21.3
Amélie 2	20.0	23.5	31.5
Kent	11.5	10.5	14.1

(1): cf note tableau 1.

1-3-2- - Caractéristiques thermiques de la pulpe:

La conductivité thermique de la mangue a été déterminée sur des fruits de la variété Amélie. Les valeurs mesurées en 6 points du fruit ont été obtenues pour des fruits issus des 3 catégories de coloration de peau. La conductivité thermique ne semble pas varier d'un fruit à l'autre et est voisine de la valeur de 0,515 w/m.°C.

En conclusion, on peut dire que les fruits reçus ne sont pas aptes à subir en l'état une transformation, du fait même que ces derniers sont surtout trop durs et trop verts (peau contenant trop de chlorophylle - impact sur le goût).

2 - Quelques critères physico-chimiques des pulpes des fruits reçus:

Afin d'avoir un aperçu sur les caractéristiques sucre et acidité des fruits à réception et avant la transformation nous avons réalisé certaines déterminations simples (brix, pH, acidité totale) et fait doser les taux de sucres sur des échantillons remis à nos collègues de Montpellier.

Les fruits détruits pour analyse individuelle ont été prélevés à l'intérieur de chacune des catégories de coloration. Les résultats sont regroupés dans le tableau 4.

Tableau 4: caractéristiques de la pulpe des fruits à réception

catégorie	vert			tournant vert			tournant mûr		
cultivar (1)	A1	A2	K	A1	A2	K	A1	A2	K
acidité totale meq/100g	26.7	14.1	10.1	8.5	8.2	9.8	2.4	1.4	8.4
sucres totaux g/100g	8.65	13.6	14.7	10.5	13.2	16.2	12.5	12.4	14.8
sucres/acidité g/meq	0.32	0.96	0.69	0.81	0.62	0.61	0.19	0.11	0.57

(1): A1: Amélie-1, A2: Amélie-2, K: Kent.

On note que l'acidité de la pulpe des fruits décroît fortement avec le degré de coloration de la peau. Cette décroissance est moins nettement sensible pour le cultivar Kent que pour les 2 lots du cultivar Amélie. La diminution d'acidité est plus importante entre la catégorie "verte" et les 2 autres.

Par contre, la teneur en sucres totaux (glucose+fructose+saccharose) ne croît pas de façon aussi importante que n'a chuté l'acidité.

Le rapport sucres/acidité semble varier de façon plus importante pour les lots du cultivar Amélie que pour celui du cultivar Kent. Sauf exception pour A1 des catégories "vert" et "tournant vert", cet indice a tendance à décroître quand la coloration de la peau augmente. La variation de ce paramètre composite est, ici aussi, moins sensible pour Kent que pour Amélie.

3 - Transformation des fruits :

Les fruits ont été mis à maturer à la température ambiante du laboratoire (25-27°C) pendant environ la même durée de temps. Cette phase de conditionnement des fruits était nécessaire pour amener les fruits reçus trop verts à un degré de ramollissement compatible avec notre technologie.

Le premier lot de mangues, Amélie-1, ne s'est pas aussi bien coloré que les lots suivants reçus en Mai (Amélie-2 et Kent). Cependant, les fruits qui avaient ramolli quelque peu commençaient à se friper. Il a donc fallu traiter le lot d'Amélie-1 au bout de 10 jours de maturation. Cette obligation nous a permis de tester aussi le comportement de la pulpeuse avec des fruits ramollis, fripés mais conservant encore une certaine fermeté de la pulpe au niveau de la peau sur une épaisseur pouvant varier de 5 à 10mm, surtout dans la zone apicale du fruit.

Les différentes phases du traitement des fruits que nous avons suivies reproduisent le schéma désormais classique que l'on peut rencontrer dans toute transformation fruitière, à savoir:

- triage des fruits: élimination des fruits trop verts s'ils sont peu nombreux ou pourris.
- lavage des fruits: élimination de la poussière surtout, fruits non traités.
- égouttage des fruits.
- pesage de la matière première.
- épulpage: réglage lache des battes et utilisation du gros tamis 40/10': obtention d'un jus mère ou purée.
- affinage: utilisation d'un tamis plus fin de 15/10': obtention d'une purée affinée par broyage des grosses parties de pulpe et élimination des petits fragments de peau.
- calcul du rendement global du procédé en fonction de la qualité de la matière première traitée.
- pasteurisation du jus mère affiné et mise en bocaux de 1 litre de type VMC munis d'une opercule d'étanchéité en utilisant un des éléments de la chaîne SIMACO.
- fabrication de nectars et pasteurisation de manière identique.
- analyses diverses simples de caractérisation des produits finis: pH, ° brix, acidité, sucres totaux. Comparaison des jus mère avant pasteurisation par dégustation et analyse comparative des espaces de tête par CPG capillaire équipée d'une platine DCI.

La photo 2 montre la machine PH3-B/Sté Auriol en cours d'opération. Un moteur de 1,5Kw en triphasé dans sa partie arrière, qui entraîne un axe supportant 3 pales montées en étoile. Ces pales tournent à l'intérieur d'un corps cylindrique maintenant un tamis fixe. Les fruits alimentent la pulpeuse par la trémie. La pulpe est récupérée en partie basse de la machine. Le refus de tamisage ou déchet est rejeté par la goulotte avant de la machine.

On peut remarquer sur la photo 3, dans la configuration testée, comment la machine, même équipée de battes en caoutchouc, peut arriver à broyer les noyaux. Ce broyage de noyaux et l'obtention d'un refus contenant de plus des morceaux de fruits a été particulièrement spectaculaire quand nous avons traité le lot d'Amélie-1.



Photo 2 : Pulpeuse AURIOL type PH3-B, modèle 1989, en cours de fonctionnement sur mangue.



Photo 3 : Refus de tamisage obtenu après 1^{ère} passe des fruits trop fermes du cultivar Amélie-1, 1989. (noter les morceaux de fruits et les noyaux éclatés).

La photo 4 montre le refus obtenu avec le lot de Kent et avec un réglage plus de lache des battes qu'il n'avait été pour le lot d'Amélie-1. Ce refus comporte très peu broyat de noyaux qui se retrouvent bien souvent entiers. Les fruits étaient dans ce cas très mous et la pulpe était certainement la partie la moins résistante à la déchiqueture ou à l'abrasion. Cet essai réalisé avec Amélie-2 et Kent nous a donné des résultats nettement meilleurs qu'avec Amélie-1 quoiqu'encore insuffisants nous semblait-il.

Il nous a semblé que pour ces premiers essais, la machine avait une vitesse de rotation bien trop élevée (910 tr/min). Les battes produisaient alors un effet de cisaillement trop important d'autant plus que l'alimentation des fruits se faisait par une goulotte trop incurvée (photo 2) qui amenait ces derniers au niveau de l'extrémité des battes plutôt qu'au niveau de l'axe du rotor.

Cependant, il faut garder présent à l'esprit que le rendement en jus mère affiné est dépendant de la résistance de la pulpe, donc du degré d'avancement de l'hydrolyse interne de la structure membranaire de la pulpe du fruit (hydrolyse des fibres et parois).

Les résultats technologiques sont rassemblés dans le tableau 5.

Tableau 5: Rendements obtenus avec les fruits traités en 1989.

	Amélie-1	Amélie-2	Kent
Poids net des fruits traités	31,00kg	42,45kg	27,05kg
Rend. jus mère	29,03%	78,92%	50,27%
Déchets (noyaux, peau...)	65,32%	11,42%	41,22%
Perte de l'opération	5,65%	9,66%	8,51%
Rend. jus affiné	60,00%	77,31%	77,02%
Déchets (particules, fibre)	32,41%	13,43%	14,18%
Perte de l'opération	15,59%	9,26%	8,50%
Rend. global procédé	17,42%	57,17%	38,80%
Déchets (noyaux, peaux...)	65,32%	10,71%	41,22%
Perte globale du procédé	17,26%	32,12%	19,98%

Ces résultats indiquent que nous avons obtenu de meilleurs rendements avec Amélie-2. A temps de maturation semblable, le lot d'Amélie-2 a donné des fruits plus colorés et surtout plus souples que le lot de début de campagne Amélie-1 (qui s'est fripé sans vraiment ramollir) et que celui de Kent (encore quelques fruits durs). La photo 5 montre l'état des fruits tout-venant avant le traitement d'Amélie-2.

Le lot d'Amélie-1 contenait des fruits trop gros et trop verts. Le lot de Kent présentait des fruits à grosse peau: partie externe de la pulpe encore très adhérente à la peau des fruits.



Photo 4 : Etat du refus de 1^{er} épulpage de fruits de Kent ayant été mûré préalablement.



Photo 5 : Fruits tout-venant du lot d'Amélie-2 après maturation de fruits et avant passage dans la PH3-B.

4 - Caractéristiques des jus mères ou purées issus de la transformation:

Quelques analyses ont été réalisées sur les produits de la transformation afin de quantifier les comparaisons qui ont pu être faites au niveau visuel et gustatif les jours où nous avons réalisé les essais.

4-1 - Tests de dégustation:

L'impression d'ensemble nous a amené à dire que le premier lot Amélie-1 a donné le produit le moins bon: rendement très faible, jus trop acide, arôme plat avec une note "d'herbe" assez marquée.

Les jus obtenus avec les fruits des 2 autres lots cueillis plus tard dans la saison (13/05/89) étaient légèrement plus colorés pour Amélie-2 et plus orangés pour Kent comme en rend compte la photo 6. Le lot d'Amélie-1 de début de saison a donné un produit plus aqueux, comme le montre la photo 7 avec de la pulpe de coloration verte qui a désagréablement affecté la qualité de la purée.

Le lot de Kent a donné un jus mère plus équilibré, légèrement plus acidulé qu'Amélie-2, et de consistance plus onctueuse, ce qui lui a donné la préférence de chacun d'entre nous. Néanmoins ces jus mères restent assez plats en flaveur et la note d'herbe qui est toujours présente nous a laissé sur une impression de pulpe de fruits qui n'avaient pas la flaveur que l'on peut trouver chez d'autres cultivars que nous avons traités autrefois au laboratoire (Alphonso du Mexique par exemple). Kent a un goût plus marqué qu'Amélie, qui en revanche présente une note aromatique de type "herbe".

4-2 - Analyses biochimiques:

Les analyses que nous avons réalisées *a posteriori* ont donné des résultats qui allaient dans le même sens des impressions d'ensemble que nous avons perçues. Le tableau 6 met en évidence la nette acidité du jus mère d'Amélie-1 par rapport aux 2 autres cultivars. Ces derniers, tout en étant bien moins acides, contiennent 50% de plus de sucres totaux que le lot d'Amélie de début de campagne.

Tableau 6: Caractéristiques biochimiques des jus mères affinés.

	Amélie-1	Amélie-2	Kent
Ph	3,7	4,3	3,4
Acidité (meq/100g)	14,8	5,5	7,6
d° Brix	13,5	17,8	16,9
Sucres totaux (%)	8,7	13,8	13,6
Rapport sucres/acides (g/meq)	0,59	2,5	1,8

On note que le rapport sucres/acides est plus en faveur des lots issus de fin de campagne. Le lot de Kent est caractérisé par une acidité plus élevée que celle du lot d'Amélie-2. Ce dernier donne un produit plus équilibré mais encore insuffisamment typé en ces caractéristiques.



Photo 6 : Jus mères affinés des mangues récoltées en fin de campagne 1989.

à gauche : Amélie-2.
à droite : Kent.



Photo 7 : Jus mère affiné de mangues récoltées en début de campagne 1989. (Amélie-1).

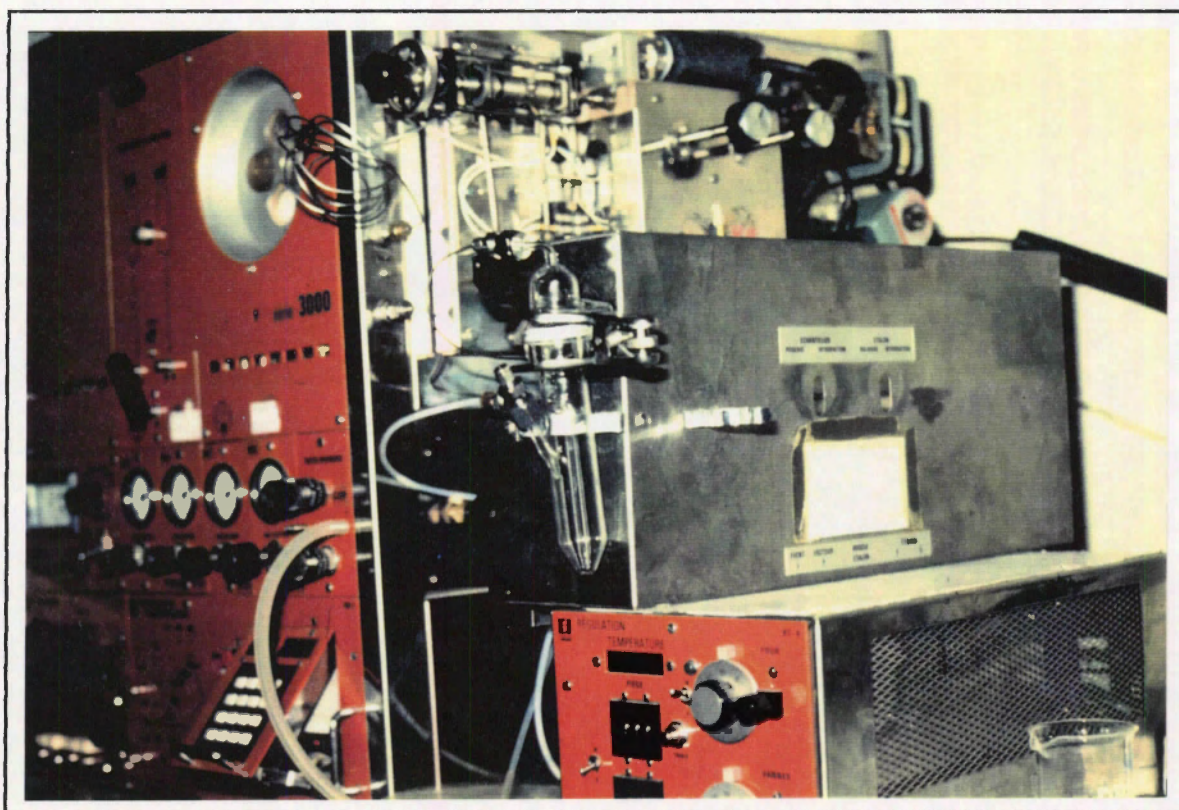


Photo 8 : Chromatographe en phase gazeuse capillaire équipé de sa platine D.C.I. pour les analyses d'espace de tête de manges (Au 1^{er} plan, fiole d'injection du gaz aromatique).

4-3 - Analyses d'arômes:

Les profils aromatiques de l'espace de tête ont été réalisés sur des fractions aliquotes des jus mères affinés le jour même de leur fabrication. Une fraction aliquote de jus mère affiné est mise dans un récipient clos à température constante jusqu'à équilibre des phases gazeuse et liquide. Un volume de gaz est injecté dans le système de piégeage et de concentration des arômes de la platine D.C.I. du chromatographe en phase gazeuse équipé d'une colonne capillaire DBWAX 20M (photo 8).

Ces profils sont assez plats mais sont fondamentalement différents du point de vue des composés majoritaires légers. On y trouve très peu de composés de type aldéhyde ou ester à courte chaîne. La présence de composés terpéniques est plus marquée pour Kent pour lequel on note une forte teneur en delta-3-carène, hydrocarbure que l'on ne retrouve pas dans Amélie. Ce dernier cultivar présente un composé majoritaire qui a le même IK que le caproate d'éthyle. Les analyses de couplage CPG-SM sont en cours de réalisation pour les autres composés.

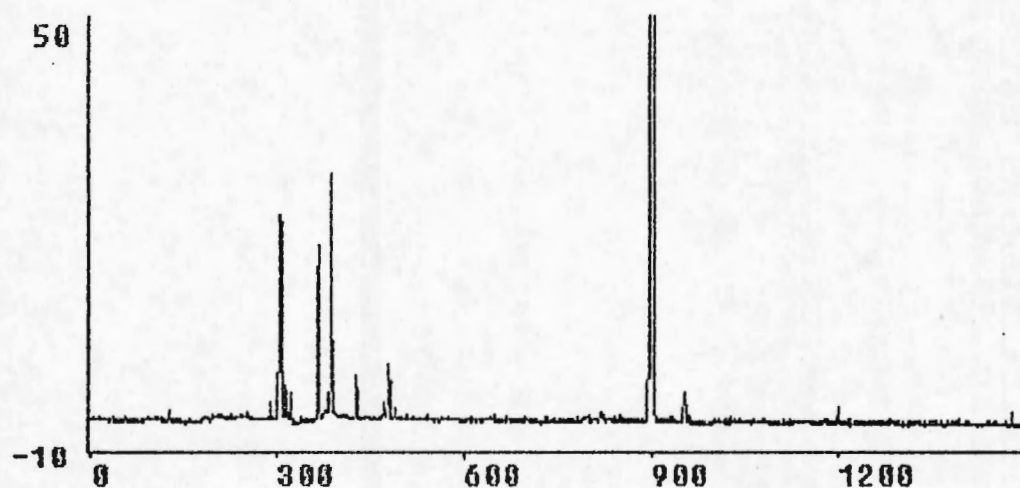


Figure 1: Espace de tête du jus mère affiné d'Amélie-2 (sans étalon interne).

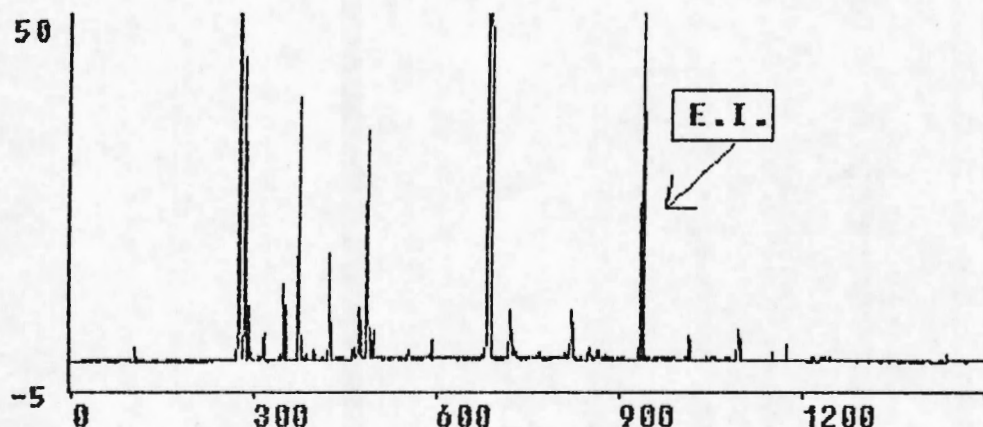


Figure 2: Espace de tête du jus mère affiné de Kent (E.I.: étalon interne).

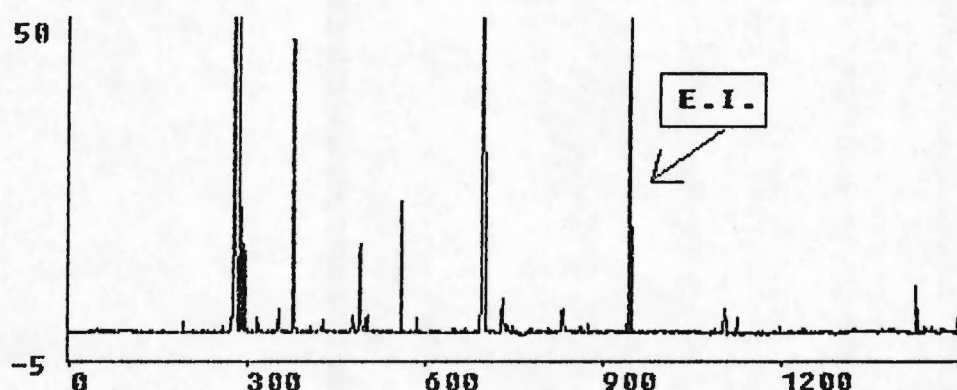


Figure 3: Espace de tête du jus mère affiné de Kent après pasteurisation.

On note qu'au cours de la pasteurisation, on a une modification sensible du profil aromatique de l'espace de tête. Notre propos n'étant pas d'étudier au cours de cette première campagne l'effet du couple temps/température sur la qualité du jus mère, nous n'avons pas poussé plus loin cette investigation. Cependant, les analyses de l'espace de tête, qui sont d'ailleurs très reproductibles grâce à la technique de la D.C.I., mettent en évidence une nette modification des profils aromatiques. On peut noter une diminution en quantité et en nombre de certains composés aromatiques légers et l'apparition de nouveaux produits.

4-4 - Préparation de nectars et de boissons:

A titre d'essai, nous avons fabriqué des boissons à la mangue à partir des jus mères élaborés précédemment titrant environ 20% en jus mère.

Un sirop a été préalablement préparé: mélange eau+sucre+acide citrique. Il titrait 12° brix pour un pH=2,6.

Pour Amélie-2 et Kent, la formule élaborée a été:

jus mère:	1,5kg	22,4%
sirop :	5,2kg	80,5%

Les boissons obtenues avaient pour caractéristiques:

Ph nectar Amélie-2 :	4,0	°brix: 12,8
Ph nectar de Kent :	3,7	°brix: 9,9

La pasteurisation a été réalisée en préchauffant les boissons à 60°C. Les bocaux de 1 litre sont remplis puis sont fermés sous vide partiel (technique type artisanal proposée par P. Estanove). La pasteurisation des bocaux a été menée avec l'un des éléments de la chaîne Simaco. Elle a eu lieu à 91°C pendant 45mn. Le refroidissement s'est effectué dans de l'eau à 40°C puis sous douche froide.

A ce jour, seuls les bocaux parfaitement remplis n'ont pas montré de développement bactérien. Cependant, les boissons fabriquées n'ont pas été spécialement remarquées par nos dégustateurs! Le manque d'arôme typique en a été toujours la cause.

5 - Conclusion:

Une conclusion sous forme de remarque en 2 points semble s'imposer ici: l'une au niveau de la matière première, l'autre au niveau du procédé de transformation.

1 - Les essais que nous avons réalisés en 1989 ont montré que les fruits cueillis aux mêmes stades que ceux destinés à la commercialisation en frais ne peuvent pas être utilisés en l'état pour la transformation.

Ces fruits doivent être soumis à une maturation dans des conditions qui restent à préciser de façon à atteindre une homogénéité de coloration de la peau et de souplesse de la pulpe pour permettre un bon rendement d'extraction et une belle couleur de jus mère. Cette maturation devra être contrôlée en temps afin de prévoir les plans de charge des unités de transformation. Elle devra être conduite de telle sorte que les fruits destinés à la transformation acquièrent la meilleure flaveur possible pour le cultivar traité.

Une connaissance de la nature des polysides pariétaux et de leur évolution en cours de maturation s'impose ici. L'évolution des fractions pectiques, hémicellulosiques et cellulosiques de la pulpe des fruits que nous devrons transformer sont d'une première importance dans la recherche d'un procédé de maturation des fruits destinés à la transformation.

Une attention particulière devra être portée au choix des fruits destinés à la transformation et notamment à leur degré de maturité afin de ne pas hypothéquer la qualité du produit fini, notamment en matière de brix et de sucres totaux qui devront être les plus élevés possible, l'acidité pouvant être corrigée éventuellement à la transformation.

Une maturation forcée (gazage, chaleur) peut être une solution que nous testerons à la prochaine campagne si possible. Elle présente cependant l'inconvénient de mener les fruits à un état de maturation peu compatible avec l'obtention d'un produit transformé de qualité. Cela serait dû à des déviations dans la biosynthèse de certains arômes qui apparaissent quand les fruits, qui sont soumis à ce type de maturation, ont été cueillis à des stades de développement trop jeunes.

2 - La technique de transformation utilisée demande à être améliorée tant du point de vue mécanique que du point de vue du procédé de traitement des fruits.

La configuration de la goulotte d'alimentation sera modifiée pour éviter les problèmes de broyage et permettre le traitement de gros fruits type Kent. Les jeux entre pales et battes seront affinés selon que l'on est en phase d'épulpage ou d'affinage. De même, la vitesse de rotation trop élevée de la pulpeuse devrait pouvoir être modifiée soit en jouant sur le câblage du moteur, soit en lui adjoignant un variateur de fréquence.

Au niveau du procédé, la préparation des fruits pourra être étudiée afin que la machine n'extrait pas trop de composés nuisibles à la qualité du produit fini qui proviennent en général de la peau pour certains cultivars ou du noyau du fruit.

Enfin de nouveaux produits pourront être créés, notamment par l'utilisation d'enzymes dont on sait que certaines pourraient générer des arômes plus typés, voire nouveaux mais aussi de nouveaux produits, par l'application de nouvelles technologies prometteuses dans le domaine des jus de fruits. Les procédés de biotechnologie mis en oeuvre dans la fabrication de nouvelles préparations enzymatiques sont en plein développement aujourd'hui. De nouveaux produits spécifiques apparaissent en fonction de la demande du marché de la transformation des fruits des régions tempérées. N'y aurait-il pas intérêt à se préoccuper dès maintenant de ces nouvelles enzymes: comment pourraient-elles nous aider à créer de nouveaux produits à partir de la mangue?

MONTFAVET, Mai 1990

-----Y. LOZANO-----

A N N E X E

- PROGRAMME MANGUE -

IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DE CULTIVARS POUVANT ETRE UTILISES POUR LA FABRICATION DE JUS
--

En vue d'initier une recherche dans le cadre de la programmation à 5 ans de l'IRFA, et en tenant compte des orientations nouvelles qui ont été suggérées pour notre activité en Technologie Alimentaire Fruitière, l'équipe des 4 ingénieurs de Montfavet se propose de démarrer dès 1989, en surcharge de leurs programmes en cours, une étude préliminaire sur l'identification et la caractérisation de cultivars de mangue pouvant être utilisés par l'industrie de transformation.

Sous couvert de la Direction "Diversification Fruitière" et en accord avec les orientations de sa programmation, cette étude est établie en fonction des moyens scientifiques, techniques et humains et des moyens en matériel dont l'équipe dispose à l'heure actuelle. Quelques moyens complémentaires seront nécessaires pour mener à bien cette étude.

Ce travail s'appuie sur 2 volets majeurs :

a) Choix des cultivars parmi ceux dont la production est déjà bien engagée, échantillonnage, expédition et connaissance de la matière première.

b) Application d'une Technologie de transformation et de stabilisation simple ("Home Technology") de ces fruits pour en obtenir un jus mère et caractérisation du produit fini.

1 - Choix des cultivars - Echantillonnage - Expédition :
(M. GAILLARD et réseau des ingénieurs agronomes de terrain participant à cette étude).

1.1 Le choix des cultivars sera orienté tout d'abord sur les variétés actuellement en production, connues comme pouvant être utilisées en industrie (Alphonso, Kent, Julie...). Cette étude préliminaire portera sur un nombre limité de cultivars. En ce qui concerne les productions africaines, il a été proposé les cultivars Amélie, Kent, Keitt, Palmer, Ruby, Mangot "Bouche longue" en provenance des vergers du Nord Côte d'Ivoire (GAILLARD).

1.2. La sélection des fruits constituant l'échantillon type devra être réalisée en prenant grand soin de choisir des fruits de même calibre, de maturité commerciale équivalente (fruits pris au stade récolte, de bonne coloration...). Une alternative plus favorable en cas de non maîtrise des conditions et durées de transport serait de sélectionner des fruits ayant atteint leur développement complet mais cueillis verts et de les amener à maturité de transformation sur le lieu d'expérimentation (France).

1.3. Les conditions de transport ayant un effet certain sur la modification de la qualité des fruits cueillis, ces dernières devront être examinées avec soin de façon à minimiser au mieux le stress qu'elles peuvent exercer sur l'échantillon : délais de transport réduits entre lieu de cueillette et de réception, information du réceptionnaire par télex et L.T.A. des références de transport aérien au moment de l'enregistrement du fret, etc...

Ce sont là quelques recommandations auxquelles il faudra se conformer afin que les fruits reçus puissent être considérés comme étant un échantillon représentatif de la production dont ils sont issus.

Cette importante partie de l'étude sera prise en charge par les agronomes de terrain intéressés par ce travail.
(DIDIER-SOLER).

2 - Connaissance de la matière première

La matière première sera caractérisée par la mesure d'un ensemble de paramètres physiques et biochimiques réalisée soit sur fruits pris individuellement après numérotation de ces derniers, soit sur broyat de pulpe de plusieurs fruits.

2.1. Caractéristiques physiques des lots : (VALENTE - JOAS)

- Poids
- Dimension
- Fermeté
- Conductivité thermique de la pulpe
- Certaines déterminations réalisées au moment de la cueillette pour caractérisation de lots de fruits en l'état avant leur départ de Côte d'Ivoire (SOLER).

2.2. Caractéristiques technologiques de la matière première : (ESTANOVE - VALENTE)

- Rendement en pulpe
- Répartition pondérale des co-produits
- Viscosité de la pulpe

2.3. Caractéristiques biochimiques du jus mère : (LOZANO - JOAS - COLLIN*)

- pH
- Acidité totale*
- Acidité organiques*
- Sucres*
- Acides aminés
- Extrait sec
- couleur
- caroténoïdes totaux
- Principes aromatiques (finger prints) :
 espace de tête et extraits aromatiques
- Bioflavonoïdes : tentative de caractérisation (études à greffer sur recherches en cours)

NB* : A sa demande, Melle COLLIN souhaite intervenir dans ce programme pour réaliser personnellement certaines déterminations (anotées). Ces résultats lui serviront pour compléter les informations qu'elle désire acquérir sur un ensemble plus important de cultivars de mangue. - Proposition de M. GAILLARD.

3 - Transformation des fruits : Stabilisation du jus mère (ESTANOVE - JOAS - LOZANO - VALENTE).

Il est primordial que le traitement technologique auquel les fruits seront soumis préserve au maximum les qualités organoleptiques qui les caractérisent. Les études réalisées jusqu'ici ont montré que les traitements thermiques peuvent entraîner une perte d'arôme importante. Du fait d'une inactivation insuffisante des systèmes enzymatiques, des modifications importantes de la saveur ont été enregistrées au cours de la conservation.

3.1. Extraction du jus mère

Les fruits lavés seront passés dans une pulpeuse équipée d'un tamis dont la dimension des mailles aura été choisi pour donner le produit le plus convenable et avec le rendement optimal.

Des échantillons de jus mère seront prélevés pour être caractérisés selon les analyses décrites précédemment.

3.2. Stabilisation - conditionnement du jus mère :

Le jus mère sera réparti en lots de 250 g dans un conditionnement en verre (ou sachet plastique). Ils seront stérilisés selon la technique simple disponible à Montfavet.

Des échantillons stérilisés seront caractérisés à nouveau pour mettre en évidence l'impact de la phase de stérilisation.

D'autres seront conservés et ou vieillis artificiellement. Ils seront analysés après un certain temps de stockage pour étudier le comportement dans le temps du produit stabilisé.

Un contrôle bactériologique pourrait être envisagé afin d'optimiser les paramètres temps et température relatifs à la stérilisation.

4 - CONCLUSION

Pour cette première étude sur l'aptitude de certains cultivars de mangue à donner un jus mère de bonne qualité avec un bon rendement d'extraction nous nous limiterons à :

- 4 à 6 cultivars de mangue pour la 1^{ère} campagne de 1989 (Amélie et Kent ont été retenues pour les variétés africaines).

- chaque cultivar étant représenté par un échantillon de 45 à 50 kg de fruits

- l'expédition à Montfavet des échantillons sera étalée dans le temps à raison de 2 envois par semaine.

Une caractérisation des co-produits (peau, noyau) pourrait être envisagée dans le but de leur valorisation (fermentation, beurre de mangue).

Montfavet, Avril 1989
Y. LOZANO

Copies : - M. LAVILLE
- M. GAILLARD
- Melle COLLIN
- M. SOLER

Chrono - Paris.